

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-057927

(43)Date of publication of application : 25.02.2000

(51)Int.CL H01H 59/00  
B81B 7/02

(21)Application number : 11-221321

(71)Applicant : HUGHES ELECTRONICS CORP

(22)Date of filing : 04.08.1999

(72)Inventor : DE LOS SANTOS HECTOR J

(30)Priority

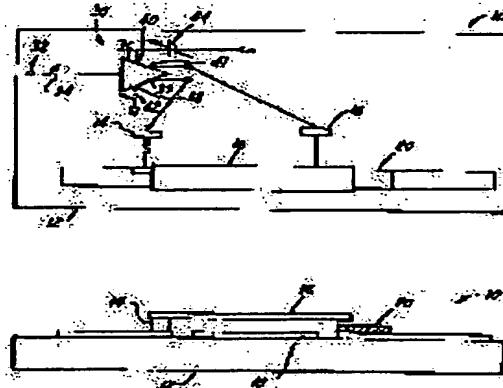
Priority number : 98 128642 Priority date : 04.08.1998 Priority country : US

## (54) SINGLE-POLE AND SINGLE-THROW MICRO ELECTROMECHANICAL SWITCH PROVIDED WITH ACTIVE ON/OFF CONTROL FUNCTION

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the adhesion at a contact while securing the opening condition, and to prolong the service life while improving the reliability by utilizing the repulsion Coulomb electrostatic force between a cantilever beam and a contact electrode for active turn-off condition.

**SOLUTION:** In the case of turning on a switch 10, switches 34, 42 of a control circuit 30 are closed, and the control voltage 32 is supplied to control electrodes 14, 18 through a computing amplifier 36 so as to supply the differential voltage. When the control voltage is increased and the differential voltage reaches the threshold value, a cantilever 16 is deformed to come into contact with a contact electrode 20 to turn on the switch 10. In the case of turning off the switch 10, the control voltage 32 is reduced to zero, and after opening the switches 34, 42, the power source voltage 44 is raised so that the control electrodes 14, 18 have the same polarity and the same electrical potential, and the Coulomb force repulsing each other is thereby generated in both the electrodes 14, 18 so as to separate a beam 16 and an electrode 20 with the force larger than the adhesive force between both the elements 16, 20. With this structure, instability due to the mechanical operation is eliminated, and the turn-off operation is secured.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.08.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-57927  
(P2000-57927A)

(43)公開日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(51)Int.Cl.  
H 01 H 59/00  
B 81 B 7/02

識別記号

F I  
H 01 H 59/00  
B 81 B 7/02

マーク (参考)

審査請求 有 請求項の数16 OL (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平11-221321

(22)出願日

平成11年8月4日 (1999.8.4)

(31)優先権主張番号 128642

(32)優先日 平成10年8月4日 (1998.8.4)

(33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 598011983

ヒューズ・エレクトロニクス・コーポレーション  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州  
90245、エル・セグンド、ノース・セブル  
ベーダ・ブルバード 200

(72)発明者 ヘクター・ジェイ・デ・ロス・サントス  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州  
90304、イングルウッド、ウェスト・ワン  
ハンドレッドナインティーンス・ストリート 5228

(74)代理人 100058479

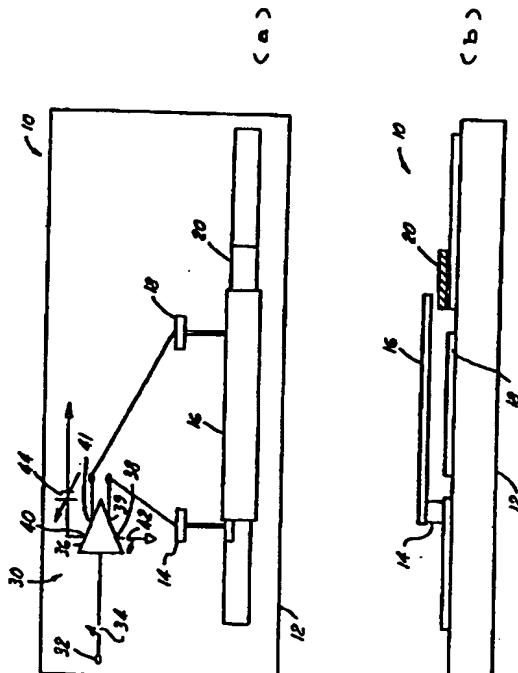
弁理士 錦江 武彦 (外4名)

(54)【発明の名称】能動的オンオフ状態制御を備えた単極单投マイクロ電子機械的スイッチ

(57)【要約】

【課題】 本発明は、オフ状態の復帰を能動的に行うことのでき、接点の粘着による事故を防止することのできるカンチレバービーム型スイッチを提供することを目的とする。

【解決手段】 一端でベース12に固定されたカンチレバービーム16と、ベースに取付けられカンチレバービーム16と接続されている第1の電極14と、カンチレバービーム16と電気的に分離されてベース12に取付けられる第2の電極18と、カンチレバービーム16の自由端の下方のベースに取付けられたコンタクト電極20と、電気回路を閉路するための付勢電圧32を供給する手段と、電気回路を開路するための付勢電圧を供給する差動演算増幅器36とを備えていることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 反復的に電気回路を開閉する装置において、

ベースと、

前記ベースに一端で固定され、他端が自由端であるカンチレバーピームと、

前記ベースに取付けられ、前記カンチレバーピームと接続されている第1の電極と、

前記ベースに取付けられている第2の電極と、

前記カンチレバーピームの自由端の下方の前記ベースに取付けられているコンタクト電極と、

前記電気回路を開路するための付勢電圧を供給する手段と、

前記電気回路を開路するための付勢電圧を供給する手段とを備えていることを特徴とする開閉装置。

【請求項2】 前記第1および第2の電極は接地電位に接続された経路を有しておらず、前記電気回路を開路するための付勢電圧を供給する手段はさらに、制御電圧が増加されるとき制御電圧が差動的にそれら第1および第2の電極に供給され、それら第1および第2の電極は反対極性に帯電されて吸引力を生成して前記カンチレバーピームを偏向させて前記コンタクト電極と接触させて前記電気回路を開路するように構成されている請求項1記載の開閉装置。

【請求項3】 前記第1および第2の電極は接地電位に接続された経路を有しておらず、前記電気回路を開路するための付勢電圧を供給する手段はさらに、第1および第2の電極を備え、電源電圧が第1および第2の両電極に同時に供給され、電源電圧が増加するとき第1および第2の電極が同様の帯電状態にされて反発力が生成され、前記カンチレバーピームを偏向させず前記コンタクト電極との接触を遮断して前記電気回路を開路するよう構成されている請求項1記載の開閉装置。

【請求項4】 前記電気回路を開閉するために前記付勢電圧を供給する手段はさらに、差動演算增幅器を備えている請求項1記載の開閉装置。

【請求項5】 前記付勢電圧はプログラム可能な電源により与えられる請求項1記載の開閉装置。

【請求項6】 前記プログラム可能な電源は、複数のマイクロ電子機械的スイッチング装置を駆動する請求項5記載の開閉装置。

【請求項7】 前記電気回路を開閉するための付勢電圧を供給する手段はさらに、制御電圧電源と前記制御電圧電源に接続されている第1のスイッチと、

入力が前記第1のスイッチに接続され、2以上の出力を有する差動演算增幅器と、

前記差動演算增幅器の一方の出力および前記第1の電極に接続されている可変電圧電源と、

前記差動演算增幅器の他方の出力および前記第2の電極

に接続されている第2のスイッチとを備えし、  
前記第1および第2のスイッチが閉路されるとき前記制御電圧の増加により付勢電圧が第1および第2の電極に差動的に供給されて前記電気回路を開路し、前記制御電圧がゼロであり、前記第1および第2のスイッチが開路されるとき電源電圧の増加によって付勢電圧が同時に第1および第2の電極に供給され、前記電気回路を開路するよう構成されている請求項1記載の開閉装置。

【請求項8】 前記第1および第2のスイッチは直流スイッチである請求項7記載の開閉装置。

【請求項9】 前記第1および第2のスイッチは金属酸化物半導体転送トランジスタである請求項7記載の開閉装置。

【請求項10】 前記差動演算增幅器は相補型金属酸化物半導体演算增幅器である請求項7記載の開閉装置。

【請求項11】 反復的に電気回路を開閉するマイクロ電子機械的装置において、

ベースと、  
前記ベースに一端で固定され、他端が自由端であるカンチレバーピームと、

前記ベースに取付けられ、前記カンチレバーピームと接続されている第1の電極と、

前記ベースに取付けられている第2の電極と、  
前記カンチレバーピームの自由端の下方の前記ベースに取付けられているコンタクト電極と、

制御電圧電源と、  
前記制御電圧電源に接続された第1のスイッチと、

入力がこの第1のスイッチに接続され、2以上の出力を有する差動演算增幅器と、  
前記差動演算增幅器の一方の出力および前記第1の電極に接続されている可変電圧電源と、

前記差動演算增幅器の他方の出力および前記第2の電極に接続されている第2のスイッチとを備えし、  
前記第1および第2のスイッチが閉じられるとき前記制御電圧の増加により付勢電圧が第1および第2の電極に差動的に供給されて前記電気回路を開路し、前記制御電圧がゼロであり、前記第1および第2のスイッチが開かれるとき、電源電圧の増加によって付勢電圧が同時に第1および第2の電極に供給され、前記電気回路を開路するよう構成されているマイクロ電子機械的装置。

【請求項12】 前記付勢電圧はプログラム可能な電源により供給される請求項11記載の開閉装置。

【請求項13】 前記プログラム可能な電源は複数のマイクロ電子機械的スイッチング装置を駆動する請求項12記載の開閉装置。

【請求項14】 前記第1および第2のスイッチは直流スイッチである請求項11記載の開閉装置。

【請求項15】 前記第1および第2のスイッチは金属酸化物半導体転送トランジスタによって構成されている請求項11記載の開閉装置。

3

【請求項16】前記差動演算増幅器はCMOS演算増幅器である請求項11記載の開閉装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロ電子機械的スイッチに関するものであり、特にマイクロ波用に使用するためのカンチレバービーム型のマイクロ電子機械的スイッチに関するものである。

【0002】

【従来の技術】マイクロ電子機械的スイッチは種々の用途で使用され、特にスイッチングマトリックスおよびフェイズドアレイアンテナを含むアーキテクチャを備えた衛星通信システムで使用されている。低い挿入損失、高い電気的分離、および高いスイッチング周波数を有するスイッチが要望されている。

【0003】現在、知られているマイクロ電子機械的スイッチはスイッチのベースまたは基板に取付けられたカンチレバービームを備えている。ビームは平行電極板キャパシタの一方の電極板として作用する。付勢電圧として知られている電圧がビームとスイッチベース上の電極との間に供給される。スイッチの閉成状態、すなわちオン状態では、付勢電圧によりビームのスチフネスにまる十分に大きい静電吸引力がビームに作用する。この静電吸引力の結果、ビームは偏向されてスイッチベース上のコンタクト電極との接続を形成し、スイッチを開じる。付勢電圧が除去されたとき、理想的にはビームはその自然の状態に戻り、コンタクト電極との接続を遮断し、スイッチを開く。

【0004】しかしながら、スイッチの開放状態、すなわちオフ状態は直接制御はされず、スイッチの開放を行うためにはビームの弾性係数により得られる特性による力に依存している。しかしながら、特性による力に常に予想可能ではなく、したがって信頼できない。

【0005】例えば、場合によっては、付勢電圧が除去されたとき、ビームとコンタクト電極との間の粘着力（ビームをコンタクト電極に粘着させる吸引力）がビームを復帰させる弾性力よりも大きくなる。その結果としてビームの自由端部はコンタクト電極に粘着して、実際に開放しなければならないときにもスイッチを開じた状態に保持する。従来のカンチレバービーム型のスイッチはオン状態にスイッチングするときの粘着力に打勝つような機構を備えたものは存在しない。

【0006】カンチレバービーム型のスイッチに関する別の問題は、開路から閉路へのビームの状態の変化に固有の問題である。ビームの動作は本質的に不安定である。閉じると、ビームはある点まではスイッチに供給される付勢電圧の関数として徐々に予測可能に変形する。その点を越えると、制御作用は失われ、ビームの動作は不安定となり、ビームが2次電極上へ衝突する。これによって上述のようにビームは粘着され、或いはコン

4

タクト電極の劣化を早めることになる。両方の状態は共にスイッチの有効寿命を損ない、早期の故障の原因となる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】したがって、従来技術のカンチレバービーム型スイッチに関連した上述の問題を克服するマイクロ電子機械的スイッチが必要とされている。本発明の目的は、従来技術のカンチレバービーム型スイッチに関連した欠点を克服することである。

10 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のマイクロ電子機械的スイッチは、カンチレバービームとコンタクト電極との間の反発クーロン静電力を利用してビームにその偏向されない状態を能動的に誘起させ、それによってオフ状態のスイッチの動作をビームのスチフネスや弾性に無関係にしている。

【0009】本発明によれば、ビームはスイッチベースまたは基板に一端で固定されたカンチレバービームである。接地電位に対する接続経路を有していない第1の制

20 御電極がカンチレバービームの固定端に接続されている。同様に接地電位に対する接続経路を有していない第2の制御電極がカンチレバービームの下方のスイッチベースに取付けられているが、それと接触していない。最後にコンタクト電極がカンチレバービームの自由端の下方に位置している。第1および第2の制御電極は操作されてコンタクト電極と接触および遮断を行うことによりスイッチのオンおよびオフ状態を能動的に切替える。

【0010】第1および第2の制御電極は制御回路によって操作され、制御電圧が差動的に第1および第2の

30 制御電極に供給されてビームを偏向させてコンタクト電極と接触させて能動的にオン状態にする。制御電圧をゼロに設定することにより、制御回路は同時に電源電圧を第1および第2の制御電極に供給し、クーロン反発力を生成し、ビームを偏向されない状態に戻し、それによってマイクロ電子機械的スイッチを能動的にオフ状態にする。

【0011】本発明のさらに完全な理解は、添付図面を参照にした好ましい実施形態の以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

40 【0012】

【発明の実施の形態】図1の(a)および(b)を参照すると、本発明によるマイクロ電子機械的カンチレバービーム型スイッチ10が示されており、図1の(a)は制御回路を附加的に示した上面図であり、図1の(b)はスイッチ10の側面図である。スイッチ10は能動的なオフ状態制御を行う単極単投スイッチである。ベース12または基板はそれに取付けられた第1の制御電極14を有している。第1の制御電極14はベース12に取付けられたカンチレバービーム16と接触している。第2の制御電極18は

50 その直接下方でベース12に取付けられているが、カンチ

レバービーム16と接触していない。コンタクト電極20はカンチレバービーム16の自由端の下方で直接ベース12に取付けられている。制御回路30は第1の制御電極14および第2の制御電極18の両者に接続され、マイクロ電子機械的スイッチ10のオン・オフ状態を能動的に誘起するよう第1の制御電極14および18を操作する。

【0013】制御回路30は第1のスイッチ34に接続された制御電圧32の電源を含んでいる。第1のスイッチ34はDCスイッチとして示されている。しかしながら当業者は、DCスイッチを金属酸化物転送トランジスタのような匹敵するスイッチと置換できることを認識するであろう。第1のスイッチ34は2個のDC供給端子38、40および2個の出力信号端子39、41を有する演算増幅器36の入力に接続されている。DC供給端子38は第2のスイッチ42へ接続され、出力信号端子39は第1の制御電極14に接続されている。他方のDC供給端子40は電源電圧44に接続され、出力信号端子41は第2の制御電極18に接続されている。

【0014】第1の制御電極14および第2の制御電極18は接地電位への接続路を有しておらず、したがって“浮遊状態”である。これは制御電極14および18を差動的に駆動することを可能にする。

【0015】オン状態を付勢するために、第1および第2のスイッチ34および42が閉じられる。制御電圧32は増加して、その結果付勢電圧が第1の制御電極14および第2の制御電極18に対して差動的に供給される。付勢電圧がしきい値に到達すると、カンチレバービーム16が変形してコンタクト電極20と接続が形成され、それによってマイクロ電子機械的スイッチ10のオン状態が能動的に得られる。

【0016】オフ状態を付勢するために、制御電圧32はゼロに設定され、それにより第1の制御電極14および第2の制御電極18の接地電位に対する出力差動電圧もゼロに等しくされる。その後、第1および第2のスイッチ34および42が開かれ、電源電圧44が増加される。第1の制御電極14および第2の制御電極18の電位は同時に増加される。第1の制御電極14および第2の制御電極18は接地電位に対して所定の電位にあり、同じ極性を有しているから、それらは同じ形式の電荷を獲得して反発するクーロン力が生じる。この力は制御電極14、18に与えられる電位により決定され、反発力がカンチレバービーム16とコンタクト電極20の粘着力より大きくなるようなものであり、それによって2つの素子間の接触を破壊する。その結果ビーム16はその偏向されない状態に戻され、マイ

クロ電子機械的スイッチ10はそのオフ状態に戻る。

【0017】本発明のマイクロ電子機械的スイッチ10はビーム16とコンタクト電極20の間のクーロン静電反発力をを利用して能動的にビーム16をその偏向されない状態に戻す。オフ状態スイッチング作用はビーム16のスチフネス或いは弹性係数には無関係であり、したがって、従来のマイクロ電子機械的ビーム型スイッチに関連した固有の不安定性および予測できない性質を避けることができる。

【0018】本発明のマイクロ電子機械的スイッチ10は、従来のマイクロ電子機械的ビーム型スイッチに関連した欠点がなく、低い挿入損失と、高い電気的分離と、高いスイッチング周波数を実現することができる。本発明のマイクロ電子機械的スイッチ10は粘着力に対して能動的に対抗し、この粘着力は従来のスイッチでは制御電圧が除去された後もスイッチをオン状態に保持する可能性があった。

【0019】スイッチ10の開路は、カンチレバービーム16の固定端を中心に作用する静電力により制御される。

20 スイッチ10はビームの復帰力を能動的に制御し、予測できない、時として不安定なビームの性質による力に依存しないから、従来問題とされていたカンチレバービーム型スイッチに共通の粘着の問題は克服される。

【0020】ここで説明された本発明の形態は、好ましい実施形態として示されたものであり、多くの他の実施形態が可能である。この明細書で本発明の可能な等価な形態或いは変形の全てを示すことを意図するものではない。ここに記載された事項は単なる説明のための例示であり、特許請求の範囲に記載された発明の技術的範囲を逸脱することなく種々の変形変更が行われることができる

30 を理解すべきである。例えば、金属酸化物転送トランジスタが第1および第2のスイッチの代りに使用できる。同様に、相補型金属酸化物半導体(CMOS)演算増幅器のような種々の演算増幅器が使用可能である。最後に、制御電圧が複数の本発明のマイクロ電子機械的スイッチを動作させることのできるプログラム可能な電源電圧であってもよい。その他の変形或いは置換もまた、特許請求の範囲に記載された本発明の技術的範囲内において行われることが可能である。

40 【図面の簡単な説明】

【図1】展開された形態で示された制御回路を有する本発明のマイクロ電子機械的スイッチの上面図および側面図。

[图 1]

